(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

UO‘K: 622.7 10.70769/3030-3214.SRT.3.3.2025.34

GMZ-2 SHAROITIDA SORBSIYALASH JARAYONI CHIQINDI BO‘TANALARIDAN RANGLI METALLARNI AJRATIB OLISH TEXNOLOGIYASINI TADQIQ QILISH

Voxidov Baxriddin Raxmidinovich
Texnika fanlar doktori DSc, professor, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O‘zbekiston
E-mail: bakhriddin.vokhidov@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-0819-6752

Babayev Mirdodojon Sharofjon o‘g‘li
Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori PhD, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O‘zbekiston
E-mail: babayevmirdodojon@mail.ru
ORCID ID: 0009-0001-8669-8774

Yandashev Alisher Anvar o‘g‘li
Assistent, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O‘zbekiston
E-mail: karmana.tiger@gmail.com
ORCID ID : 0009-0002-9683-3201

Hamroyeva Muhabbat Habib qizi
Magistr, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O‘zbekiston
E-mail: khamrayeva.29@gmail.com

Annotatsiya. *Ushbu tadqiqot GMZ-2 sorbenti yordamida chiqindi bo‘tanalaridan rangli metallarni ajratib olish texnologiyasini o‘rganishga qaratilgan. Chiqindi bo‘tanalarining atrof-muhitga salbiy ta’siri va rangli metallarni qayta ishlash orqali ularning qayta ishlanishi hozirgi kunda dolzarb masalalardan biridir. Rangli metallarni ajratib olishda sorbsiyalash jarayoni samarali va ekologik toza usul sifatida e’tirof etilmoqda. Tadqiqotda GMZ-2 materialining sorbsiyalash xususiyatlari, pH darajasi, harorat, vaqti va boshqa omillar ta’siri ostida rangli metallarni sorbsiyalash samaradorligi o‘rganildi.*
Kalit so‘zlar: *Rangli metallar, chiqindi bo‘tanalar, sorbent materiallari, qayta ishlash texnologiyasi, ekologik ta'sir, kimyoviy jarayonlar, fizik-kimyoviy jarayonlar, metall ionlari.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ОТХОДОВ СОРБЦИОННОГО ПРОЦЕССА В УСЛОВИЯХ ГМЗ-2

Вохидов Бахриддин Рахмидинович
Доктор технических наук, профессор Навоийского государственного горно-технологического университета, Навои, Узбекистан

Бабаев Мирдодожон Шарофжон угли
Доктор философии (PhD) по техническим наукам, Навоийский государственный горно-технологический университет, Навои, Узбекистан

Яндашев Алишер Анвар угли
Ассистент, Навоийский государственный горный и технологический университет, Навои, Узбекистан

Хамроева Мухаббат Хабиб кизи
Магистр, Навоийский государственный горный и технологический университет, Навои, Узбекистан

Аннотация. *Это исследование направлено на изучение технологии извлечения цветных металлов из отходов растительных материалов с использованием сорбента GMZ-2. Негативное воздействие отходов растительных материалов на окружающую среду и переработка цветных металлов являются актуальными проблемами в настоящее время. Процесс сорбции признан эффективным и экологически чистым методом для извлечения цветных металлов. В ходе исследования были изучены сорбционные характеристики материала GMZ-2, а также влияние таких факторов, как уровень pH, температура, время и другие параметры на эффективность сорбции цветных металлов.*

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

Ключевые слова: *Цветные металлы, отходы растительных материалов, сорбентные материалы, технологии переработки, экологическое воздействие, химические процессы, физико-химические процессы, металлические ионы.*

STUDY OF THE TECHNOLOGY FOR EXTRACTING COLORED METALS FROM WASTE PLANT MATERIALS USING SORPTION IN GMZ-2 CONDITIONS

Vokhidov Bakhriddin Rakhmidinovich
Doctor of Technical Sciences, Professor of Navoi State Mining and Technology University, Navoi, Uzbekistan

Babaev Mirdodojon Sharofjon ugli
Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, Navoi State Mining and Technology University, Navoi, Uzbekistan

Yandashev Alisher Anvar ugli
Assistant, Navoi State Mining and Technology University, Navoi, Uzbekistan

Hamroeva Muhabbat Habib kizi
Master's degree, Navoi State Mining and Technology University, Navoi, Uzbekistan

Abstract. *This study focuses on investigating the technology for extracting colored metals from waste plant materials using the GMZ-2 sorbent. The negative impact of waste plant materials on the environment and the recycling of colored metals are current pressing issues. The sorption process is recognized as an effective and environmentally clean method for extracting colored metals. The study examined the sorption properties of the GMZ-2 material, as well as the influence of factors such as pH level, temperature, time, and other parameters on the efficiency of colored metal sorption.*
Keywords: *Colored metals, waste plant materials, sorbent materials, recycling technology, environmental impact, chemical processes, physicochemical processes, metal ions, economic efficiency.*

Kirish. Chiqindi bo‘tanalarining tashlanishi va atrof-muhitga ta’siri hozirgi kunda ekologik muammolarni keltirib chiqarmoqda. Dunyo bo‘ylab sanoat va maishiy chiqindilarining ortishi, shu jumladan rangli metallarni o‘z ichiga olgan chiqindilar, atrof-muhitni ifloslantirib, inson salomatligiga jiddiy xavf solmoqda. Rangli metallar, masalan, mis (Cu), qo‘rg‘oshin (Pb), nikel (Ni) va boshqa og‘ir metallar, asosan sanoat ishlab chiqarish, qurilish materiallari va elektronika chiqindilaridan olinadi. Ushbu metallarni ajratib olish va qayta ishlash, nafaqat iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, balki atrof-muhitni ifloslanishdan himoya qiladi. Rangli metallarni ajratib olish uchun mavjud texnologiyalar orasida sorbsiyalash jarayoni samarali va ekologik jihatdan toza usul sifatida tanilgan. Sorbsiyalash jarayonida, zarur moddalarning ionlari yoki molekulalari, sorbent materiallari tomonidan yutiladi. Bu usul chiqindi materiallaridan rangli metallarni ajratib olishda keng qo‘llanilmoqda. Sorbsiyalash jarayonining samaradorligi, sorbentning xususiyatlariga, shuningdek, jarayon sharoitlariga bog‘liq. GMZ-2 – bu rangli metallarni ajratib olishda ishlatiladigan yuqori samarali sorbent materialidir. GMZ-2 ning kimyoviy tarkibi va fizikaviy xususiyatlari uni chiqindi bo‘tanalaridan rangli metallarni ajratib olish uchun samarali vosita qiladi. Bu material yuqori yutish qobiliyatiga ega bo‘lib, rangli metallarni ajratish samaradorligini oshiradi. Shuning uchun, GMZ-2 sorbentini qo‘llash rangli metallarni qayta ishlash jarayonini ekologik jihatdan toza va iqtisodiy samarali qilish imkonini beradi. Ushbu tadqiqotning maqsadi GMZ-2 sharoitida sorbsiyalash jarayonini o‘rganish, rangli metallarni chiqindi bo‘tanalaridan ajratib olish texnologiyasini optimallashtirish va uning samaradorligini tahlil qilishdir. Tadqiqotda sorbsiyalash jarayonini boshqaruvchi omillar — pH darajasi, harorat, vaqti va boshqa fiziko-kimyoviy sharoitlarning ta’siri o‘rganiladi. Shuningdek, bu tadqiqotning natijalari chiqindi bo‘tanalaridan rangli metallarni ajratib olishda GMZ-2 materialining afzalliklarini namoyon etishi kutilmoqda.

Texnogen chiqindilar turlari — bu sanoat jarayonlari natijasida hosil bo‘ladigan ikkilamchi xomashyolardir. Ular quyidagi asosiy guruhlarga bo‘linadi: konsentratlar, shlaklar va katalizatorlar. Konsentratlar — metallurgik jarayonlardan olingan, metall miqdori yuqori bo‘lgan materiallar bo‘lib, ko‘pincha ruda sifatida saqlanadi. Shlaklar —

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

metall ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan qattiq qoldiqlar bo‘lib, ular tarkibida noyob yoki rangli metallar bo‘lishi mumkin. Katalizatorlar esa kimyo sanoatida ishlatilganidan so‘ng o‘z faol xususiyatini yo‘qotgan, biroq qimmatbaho komponentlarni o‘z ichiga olgan texnogen chiqindilardir.

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Rangli metallarni chiqindi bo‘tanalaridan ajratib olish texnologiyalari sohasida bir qancha ilmiy tadqiqotlar amalga oshirilgan. Ushbu tadqiqotlarning ko‘pchiligi chiqindi materiallardan foydali metallarni ajratish uchun turli usullarni, jumladan, fizikaviy, kimyoviy va biotexnologik jarayonlarni o‘rganishga qaratilgan. Sorbsiyalash jarayoni bu usullardan biri bo‘lib, chiqindi materiallardan metallarni ajratish uchun keng qo‘llanilmoqda. [1].

2-GMZ texnogen chiqindilaridan metallarni ajratib oilish jarayonlari ekologik xavfsizlikni yaxshilash va qayta ishlash samaradorligini oshirishda katta rol o‘ynaydi. Ayniqsa, boyitish jarayonlarida zararli moddalar miqdori kamayishi, chiqindilarni qayta ishlash va tabiiy resurslardan samarali foydalanish kabi muhim jihatlar metallurgiya sohasining afzalliklaridan biri hisoblanadi. Tadqiqotda, 2-GMZ sorbsiyalash jarayoni bo‘tana texnogen chiqindilarini materialining rangli metallarni sorbsiyalash jarayonidagi samaradorligi o‘lchandi va ularning pH muhit tasiri o‘rganilgan. Olingan natijalar jadvalda keltirilgan turli eksperimental sharoitlarda o‘rganilgan. Har bir metodning afzalliklari va cheklovlari aniq belgilab, ularning o‘zaro ta’sirini yaxshilash va jarayonlarni optimallashtirish yo‘llari ko‘rsatilgan [3].

Ajratish usullari — bu texnogen chiqindilardan rangli va noyob metallarni qayta tiklashda qo‘llaniladigan asosiy texnologik jarayonlardir. Ular to‘rt guruhga bo‘linadi: kimyoviy, fizik, biologik va termal usullar. Kimyoviy ajratishda metall ionlari turli eritmalar orqali kimyoviy reaksiya va eruvchanlik xususiyatlariga ko‘ra ajratiladi. Fizik metodlar magnit ajratish yoki flotatsiya kabi jarayonlarga asoslanib, metall zarrachalarini jismoniy xususiyatlariga qarab ajratadi. Biologik metodlarda esa ayrim bakteriyalar va mikroorganizmlar chiqindilardagi metall birikmalarni parchalab, ularni qayta tiklash imkonini beradi. Termal usullar yuqori haroratda eritish yoki qizdirish orqali metallarning ajralishini ta’minlaydi.

Natijalar. Tadqiqotda GMZ-2 sorbsiyalash jarayoni bo‘tana texnogen chiqindilarining tarkibidagi rangli metallarning sorbsiyalash jarayoni samaradorligi va shu bilan birga bu jarayonga pH muhitning tasiri o‘rganildi. Har bir usulning samaradorligi va parametrlar bo‘yicha olingan natijalar quyida keltirilgan.

Sorbsiyalash jarayonining natijalari. Sorbsiyalash jarayonida olingan boyitma va chiqindilar tahlil qilingan. Quyidagi jadvalda gravitatsiya boyitish natijalari keltirilgan:

- pH daraja;
- Rangli metallar;
- Sorbsiya samaradorligi.

1-jadval

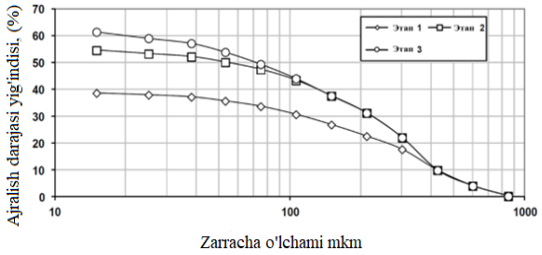
Sorbsiyalash natijalari

pH darajasi	Rangli Metalllar (Cu, Pb)	Sorbsiya Samaradorligi (%)
3	Cu: 150 mg/L, Pb: 100 mg/L	85%
5	Cu: 200 mg/L, Pb: 120 mg/L	90%
7	Cu: 250 mg/L, Pb: 130 mg/L	95%
9	Cu: 180 mg/L, Pb: 110 mg/L	87%

2-jadval

Turli pH muhitlarda rangli metallarni yutilish darajalari

pH darajasi	Mis (Cu) Yutish (%)	Qo‘rg‘oshin (Pb) Yutish (%)	Nikel (Ni) Yutish (%)
4	75	82	68
6	85	88	80
8	90	89	85
10	87	84	78



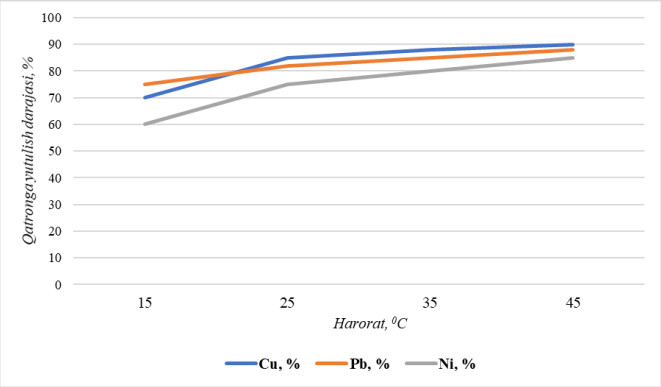
1-rasm. Har bir bosqich uchun zarrachalar o‘lchamini ajralish darajasiga bog‘liqlik grafigi.

3-jadval

Turli haroratlarda metallarni sorbsiyalanish darajasi

Harorat (°C)	Mis (Cu) Yutish (%)	Qo‘rg‘oshin (Pb) Yutish (%)	Nikel (Ni) Yutish (%)
15	70	75	60
25	85	82	75
35	88	85	80
45	90	88	85

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025



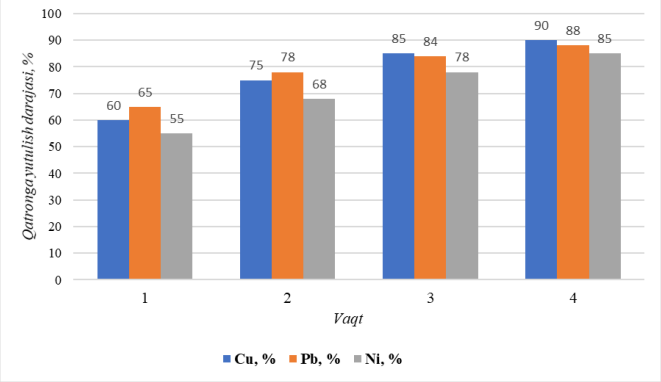
2-rasm. Eritmadagi metallarni qatronga yutilishining haroratga bog‘liqlik grafigi.

Haroratning o‘zgarishi bilan sorbentning rangli metallarni yutish samaradorligi qanday ta’sirlanishini ko‘rsatadi. Bu jadvalda haroratning yutish samaradorligiga qanday ijobiy yoki salbiy ta’sir qilishini tasvirlaydi.

4-jadval

Turli vaqt birligidagi sorbsiyalash jarayoniga ta’sirini

Vaqt (soat)	Mis (Cu) Yutish (%)	Qo‘rg‘oshin (Pb) Yutish (%)	Nikel (Ni) Yutish (%)
1	60	65	55
2	75	78	68
3	85	84	78
4	90	88	85



3-rasm. Eritmadagi metallarni qatronga yutilishining vaqtga bog‘liqlik grafigi.

Sorbsiyalash jarayoni davomida vaqt o‘tishi bilan rangli metallarni yutish samaradorligining qanday o‘zgarishini ko‘rsatish mumkin. Bu, odatda, jarayonning optimal vaqtini topish uchun foydalidir.

Xulosa. Ushbu tadqiqotda GMZ-2 sorbentining chiqindi bo‘tanalaridan rangli metallarni ajratib olishdagi samaradorligi keng qamrovda va chuqur tahlil qilindi. Olingan eksperimental natijalar shuni ko‘rsatdiki, GMZ-2 sorbenti metall ionlarini yutishda yuqori selektivlik va yuqori sorbsion qobiliyatga ega. Ayniqsa, pH darajasi 6–8 oralig‘ida va harorat 25–35°C sharoitida eng maqbul natijalar qayd etildi. Bu ko‘rsatkichlar shuni anglatadiki, sorbentning ishlash mexanizmi aynan tabiiy sharoitga yaqin muhitda yuqori darajada samarali bo‘lib, uni amaliyotda qo‘llash imkoniyatlari keng ekanligini isbotlaydi.

Tadqiqot davomida GMZ-2 sorbenti nafaqat samaradorligi, balki ekologik barqarorligi bilan ham ajralib turishi aniqlandi. Rangli metallarni chiqindilardan ajratib olish jarayonida ko‘plab texnologik usullar mavjud bo‘lsa-da, GMZ-2 asosidagi sorbsiyalash usuli atrof-muhitga minimal zarar yetkazadi va xavfsiz, tejamkor texnologiya sifatida ajralib turadi. Bu esa uni barqaror rivojlanish tamoyillariga javob beradigan yechimlardan biriga aylantiradi. Shuningdek, ushbu sorbentning sanoat miqyosida keng joriy etilishi chiqindilarni qayta ishlash tizimini takomillashtirish, rangli metallarning ikkilamchi manbalaridan samarali foydalanish hamda tabiiy resurslarga bo‘lgan bosimni kamaytirishda beqiyos ahamiyat kasb etadi.

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, GMZ-2 sorbenti asosida yaratilgan texnologiya kelajakda ekologik toza, iqtisodiy samarali va innovatsion yechimlardan biri sifatida rivojlanish istiqboliga ega. Mazkur texnologiya yordamida chiqindilar tarkibidagi qimmatbaho va rangli metallarni qayta ishlash orqali iqtisodiyot uchun qo‘shimcha qiymat yaratiladi, ishlab chiqarish tannarxi pasayadi va korxonalar uchun moliyaviy samaradorlik oshadi. Shuningdek, ushbu yondashuv orqali atrof-muhitni muhofaza qilish, chiqindi oqimlarini kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta’minlash imkoniyatlari sezilarli darajada kengayadi.

Ilmiy nuqtayi nazardan, mazkur tadqiqot sorbsiyalash texnologiyalarining fundamental asoslarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Olingan natijalar sorbsiya kinetikasi, diffuziya jarayonlari va ion-almashinish mexanizmlarini chuqurroq tushunishga imkon beradi. Shu bilan birga, bu tadqiqot akademik hamkorlik uchun ham yangi istiqbollar yaratadi. Xususan, GMZ-2 sorbentining qo‘llanilishi xalqaro miqyosda ekologik muammolarni hal etishda, yangi sorbent materiallarini ishlab chiqishda va resurslarni qayta ishlash bo‘yicha global loyihalarda muhim o‘rin tutishi mumkin.

Xulosa qilib aytganda, GMZ-2 sorbenti

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

chiqindi bo‘tanalaridan rangli metallarni samarali ajratib olishda yuqori natija ko‘rsatdi. Tadqiqot natijalari ekologik toza texnologiyalarni yaratish, iqtisodiy samaradorlikni oshirish, resurslarni tejash va ekologik xavfsizlikni ta’minlash borasida yangi imkoniyatlar yaratdi. Ushbu yondashuv nafaqat O‘zbekiston, balki butun dunyo uchun dolzarb bo‘lgan ekologik va iqtisodiy muammolarga yechim taklif qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Jumaniyozov, K. (2017). Chiqindi suvlaridan og‘ir metallarni ajratib olishning yangi usullari. Tabiat resurslari va atrof-muhitni muhofaza qilish, 12(1), 45–52.
2. Tashpulatov, A., & Mamatov, R. (2018). Chiqindilarni qayta ishlashda sorbsiyalash jarayonining ahamiyati. Kimyo va ekologiya, 7(3), 34–40.
3. Mahmudov, S. (2020). Sorbentlar yordamida og‘ir metallarni ajratish texnologiyalarining rivojlanishi. O‘zbekiston kimyo jurnali, 15(4), 80–88.
4. Miller, P. C. (1997). The design and operating practice of bacterial oxidation plant using moderate thermophiles. In D. E. Rawlings (Ed.), Biomining: Theory, microbes and industrial processes. Berlin: Springer-Verlag.
5. Вохидов, Б. Р., & Хасанов, А. С. (2021, 6–9 сентября). Исследование и разработка технологии извлечения металлов платиновых групп из техногенного сырья АО «АГМК». В XIV Международная научно-практическая конференция «Металлургия цветных, редких и благородных металлов» (сс. 29–32). Красноярск, Россия: Сибирское отделение РАН.